

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРНОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ КОГНИТИВНОЙ МОДЕЛИ

С.В. Подгорская, А.Г. Подвесовский, Р.А. Исаев, А.С. Тарасов, Г.А. Бахматова

Аннотация. Рассмотрено применение когнитивного моделирования к таким сложным слабоструктурированным социально-экономическим системам, как сельские территории. Разработана нечеткая когнитивная модель комплексного развития сельских территорий, определен набор значимых параметров (концептов) модели в системообразующих сферах жизнедеятельности: социальной, демографической, экономической, институциональной и экологической. Технология моделирования дополнена авторскими методиками параметрической идентификации нечетких когнитивных карт и их сценарного анализа на основе нечеткой модели импульсного процесса. На основе структурно-целевого анализа системных показателей нечеткой когнитивной карты определено, что наибольшее воздействие на целевые концепты и систему в целом оказывают факторы институциональной среды – развитие рыночной инфраструктуры и сельского самоуправления, что определяет их в качестве точек максимально эффективного приложения управляющих воздействий. Представлены результаты сценарного моделирования модели комплексного развития сельских территорий, позволяющие планировать и оперативно оценивать развитие территориальной рекреационной системы в условиях быстроизменяющейся внешней среды. Результаты исследования могут быть использованы органами государственного управления агропромышленным комплексом всех уровней при формировании эффективных стратегий и разработке программ социально-экономического развития сельских территорий.

Ключевые слова: комплексное развитие сельских территорий, когнитивное моделирование, нечеткая когнитивная модель, слабоструктурированные системы, структурно-целевой анализ, сценарный анализ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулинич А.А. Ситуационный, когнитивный и семиотический подходы к принятию решений в организациях // Открытое образование. – 2016. – Т. 20, № 6. – С. 9-17. [Kulinich, A.A. Situatsionnyi, kognitivnyi i semioticheski podkhody k prinyatiyu reshenii v organizatsiyakh // Otkrytoe obrazovanie. – 2016. – Vol. 20, No. 6. – P. 9-17. (In Russian)]
2. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) // Управление большими системами. – 2007. – Вып. 16. – С. 26–39. [Avdeeva, Z.K., Kovriga, S.V., Makarenko, D.I. Kognitivnoe modelirovanie dlja reshenija zadach upravlenija slabostukturirovannymi sistemami (situacijami) // Upravlenie bolshimi sistemami. – 2007. – Vol. 16. – P. 26–39 (In Russian)]
3. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 284 с. [Borisov, V.V., Kruglov, V.V., Fedulov, A.S. Nechetkie modeli i seti. – Moscow: Gorjachaja linija – Telekom, 2012. – 284 s. (In Russian)]
4. Силлов В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с. [Silov, V.B. Prinjatje strategicheskikh reshenij v nechetkoj obstanovke. Moscow: INPRO-RES, 1995. – 228 s. (In Russian)]
5. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам: Пер. с англ. – М.: Наука, 1986. – 496 с. [Roberts, F.S. Discrete Mathematical Models, with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems: Translation from English. – Moscow: Science, 1986. – 496 s. (In Russian)]
6. Волошенко Е.В. Индикаторы устойчивого развития сельских территорий: региональный аспект // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. – 2011. – Вып. 1. – С. 117–124. [Voloshenko, E.V. Indikatory ustoichivogo razvitiya sel'skikh territorii: regional'nyi aspekt // Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo universiteta im. I. Kant. – 2011. – Vol. 1. – P. 117–124. (In Russian)]
7. Попова А.Л., Канавцев М.В. Особенности моделирования развития сельских территорий РФ // Инновационная наука. – 2015. – № 6. – С. 139, 140. [Popova, A.L., Kanavtsev, M.V. Osobennosti

- modelirovaniya razvitiya sel'skikh territorii RF // Innovatsionnaya nauka. – 2015. – No. 6. – P. 139, 140. (In Russian)]
8. *Холопова Ю.С., Галуллин Х.Я.* Оценка территориальной остроты ситуации сельских территорий как основа для разработки стратегии социально-экономического развития района // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 158–164. [*Kholopova, Yu.S., Galiullin, Kh.Ya.* Otsenka territorial'noi ostroty situatsii sel'skikh territorii kak osnova dlya razrabotki strategii sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya raiona // Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – 2012. – No. 4. – P. 158–164. (In Russian)]
 9. *Доргушаова А.В.* Динамическая модель экономического каркаса несырьевого развития региона // Траектория науки. Электронный научный журнал. – 2016. – № 4 (9). – С. 211–221. [*Dorgushaova, A.V.* Dinamicheskaya model' ehkonomicheskogo karkasa nesyr'evogo razvitiya regiona // Traektoriya nauki. Ehlektronnyi nauchnyi zhurnal. – 2016. – No. 4 (9). – P. 211–221. (In Russian)]
 10. *Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Гинис Л.А.* Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 2005. [*Gorelova, G.V., Zakharova, E.N., Ginis, L.A.* Kognitivnyi analiz i modelirovanie ustoichivogo razvitiya sotsial'no-ehkonomicheskikh sistem. – Rostov n/D: Izd-vo Rostovskogo un-ta, 2005. (In Russian)]
 11. *Лавреш И.И., Миронов В.В., Смирнов А.В.* Когнитивное моделирование социально-экономических рейтингов регионов // Вестник ИТАРК. – 2011. – № 1. – С. 22–30. [*Lavresh, I.I., Mironov, V.V., Smirnov, A.V.* Kognitivnoe modelirovanie sotsial'no-ehkonomicheskikh reitingov regionov // Vestnik ITARK. – 2011. – No. 1. – P. 22–30. (In Russian)]
 12. *Каранашев А.Х., Селиванов С.В.* Применение нечетких когнитивных моделей в задачах эколого-экономического управления регионом // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2016. – Вып. 3 (185). – С. 114–126. [*Karanashev, A.Kh., Selivanov, S.V.* Primenenie nechetkikh kognitivnykh modelei v zadachakh ehkologo-ehkonomicheskogo upravleniya regionom // Vestnik Aдыгейского gosudarstvennogo universiteta. 2016. – Vol. 3 (185). – P. 114–126. (In Russian)]
 13. *Кондрашина О.Н., Анохина М.Е.* Использование нечетких когнитивных карт в оценке качества экономического роста отдельной отрасли // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 5-1. – С. 896–899. [*Kondrashina, O.N., Anokhina, M.E.* Ispol'zovanie nechetkikh kognitivnykh kart v otsenke kachestva ehkonomicheskogo rosta ot del'noi otrasli // Ehkonomika i predprinimatel'stvo. – 2017. – No. 5-1. – P. 896–899. (In Russian)]
 14. *Мельник М.С., Орехов В.Д., Причина О.С.* Моделирование тенденций и закономерностей трудовой деятельности в России: когнитивный подход // Проблемы экономики и юридической практики. – 2018. – № 3. – С. 94–101. [*Mel'nik, M.S., Orekhov, V.D., Prichina, O.S.* Modelirovanie tendentsii i zakonomernostei trudovoi deyatel'nosti v Rossii: kognitivnyi podkhod // Problemy ehkonomiki i yuridicheskoi praktiki. – 2018. – No. 3. – P. 94–101. (In Russian)]
 15. *Исаев Р.А.* Модифицированный метод парных сравнений для экспертной оценки параметров нечеткой когнитивной модели // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2016. – Т. 12, № 2. – С. 35–42. [*Isaev, R.A.* Modificirovannyj metod parnyh sravnenij dlja jekspertnoj ocenki parametrov nechetkoj kognitivnoj modeli // Modern Information Technology and IT-education. – 2016. – Vol. 12, No. 2. P. 35–42 (In Russian)]
 16. *Исаев Р.А., Подвесовский А.Г.* Оценка согласованности суждений эксперта при построении функции принадлежности нечеткого множества методом множеств уровня // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13, № 3. – С. 9–15. [*Isaev, R.A., Podvesovskij, A.G.* Ocenka soglasovannosti suzhdenij jeksperta pri postroenii funkcii prinadlezhnosti nechetkogo mnozhestva metodom mnozhestv urovnja // Modern Information Technology and IT-education. – Vol. 13, No. 3. P. 9–15 (In Russian)]
 17. *Isaev, R.A., Podvesovskii, A.G.* Application of time series analysis for structural and parametric identification of fuzzy cognitive models (2018) CEUR // Workshop Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology. Session Data Science (DS-ITNT 2018), Vol. 2212. – P. 119–125.
 18. *Isaev, R.A., Podvesovskii, A.G.* Generalized Model of Pulse Process for Dynamic Analysis of Sylov's Fuzzy Cognitive Maps // CEUR Workshop Proceedings of the Mathematical Modeling Session at the International Conference Information Technology and Nanotechnology (MM-ITNT 2017), Vol. 1904. – P. 57–63.
 19. *Подвесовский А.Г., Лагерев Д.Г., Коростелев Д.А.* Применение нечетких когнитивных моделей для формирования множества альтернатив в задачах принятия решений // Вестник Брянского

- государственного технического университета. – 2009. – № 4 (24). – С. 77–84. [*Podvesovskii, A.G., Lagerev, D.G., Korostelev, D.A.* Primenenie nechetkikh kognitivnykh modelei dlya formirovaniya mnozhestva al'ternativ v zadachakh prinyatiya reshenii // Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2009. – No. 4 (24). – P. 77–84. (In Russian)]
20. *Подвесовский А.Г., Исаев Р.А.* Метафоры визуализации нечетких когнитивных карт // Научная визуализация. – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 13–29. [*Podvesovskij, A.G., Isaev, R.A.* Visualization metaphors for fuzzy cognitive maps. Scientific Visualization. – 2018. – Vol. 10, No. 4. – P. 13–29. (In Russian)]
21. *Захарова А.А., Шкляр А.В.* Метафоры визуализации // Научная визуализация. – 2013. – Т. 5, № 2. – С. 16–24. [*Zakharova, A.A., Shklyar, A.V.* Metafory vizualizatsii // Nauchnaya vizualizatsiya. – 2013. – Vol. 5. – No. 2. – P. 16–24. (In Russian)]
22. *Захарова А.А., Вехтер Е.В., Шкляр А.В.* Методика решения задач анализа данных при использовании аналитических визуальных моделей // Научная визуализация. – 2017. – Т. 9. – № 4. – С. 78–88. [*Zakharova, A.A., Vekhter, E.V., Shklyar, A.V.* Metodika resheniya zadach analiza dannykh pri ispol'zovanii analiticheskikh vizual'nykh modelei // Nauchnaya vizualizatsiya. – 2017. – Vol. 9, No. 4. – P. 78–88. (In Russian)]
23. *Захарова А.А., Вехтер Е.В., Шкляр А.В.* и др. Количественная оценка когнитивной интерпретируемости визуализации // Научная визуализация. – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 145–153. [*Zakharova, A.A., Vekhter, E.V., Shklyar, A.V., et al.* Kolichestvennaya otsenka kognitivnoi interpretiruемости vizualizatsii // Nauchnaya vizualizatsiya. – 2018. – Vol. 10, No. 4. – P. 145–153. (In Russian)]
24. *Захарова А.А., Шкляр А.В.* Информативные признаки задач визуализации // Научная визуализация. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 73–80. [*Zakharova, A.A., Shklyar, A.V.* Informativnye priznaki zadach vizualizatsii // Nauchnaya vizualizatsiya. – 2015. – Vol. 7, No. 2. – P. 73–80. (In Russian)]
25. *Подгорская С.В.* Методологические основы когнитивного моделирования комплексного развития сельских территорий // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2-2 (28). – С. 44–48. [*Podgorskaya, S.V.* Metodologicheskie osnovy kognitivnogo modelirovaniya kompleksnogo razvitiya sel'skikh territorii // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 2-2 (28). – P. 44–48. (In Russian)]
26. *Подгорская С.В.* Характеристика системы концептов когнитивной модели управления устойчивым развитием сельских территорий // Инновационные пути решения актуальных проблем АПК России: Материалы всеросс. (нац.) науч.-практ. конф. – Персиановский: Донской ГАУ, 2018. – С. 642–646. [*Podgorskaya, S.V.* Kharakteristika sistemy kontseptov kognitivnoi modeli upravleniya ustoichivym razvitiem sel'skikh territorii // Innovatsionnye puti resheniya aktual'nykh problem APK Rossii: Materialy vseross. (nats.) nauch.-prakt. konf. – Persianovskii: Donskoi GAU, 2018. – P. 642–646. (In Russian)]
27. *Тарасов А.С., Антонова Н.И., Маркина Е.Д., Бахматова Г.А.* Формирование комплексного прогноза развития инженерной, рыночной и природоохранной инфраструктуры сельских территорий // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 3, № 3 (31). – С. 147–152. [*Tarasov, A.S., Antonova, N.I., Markina, E.D., Bahmatova, G.A.* Formirovanie kompleksnogo prognoza ustojchivogo razvitiya inzhenernoj, rynochnoj, i prirodoohrannoj infrastruktury sel'skikh territorij // Problemy razvitiya APK regiona. – 2017. – Vol. 3, No. 3 (31). – P. 147–152. (In Russian)]
28. *Антонова Н.И.* Развитие сельских территорий – условие сохранения территориальной целостности страны // Повышение эффективности АПК в системе социально-ориентированного развития сельских территорий: сб. науч. тр. ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России [по результатам межрегион. науч.-практ. конф.]. – Воронеж, 2015. [*Antonova, N.I.* Razvitie sel'skikh territorii – uslovie sokhraneniya territorial'noi tselostnosti strany // Povyshenie ehffektivnosti APK v sisteme sotsial'no-orientirovannogo razvitiya sel'skikh territorii: sb. nauch. tr. FGBNU NIIEOAPK CHR Rossii [po rezul'tatam mezhhregion. nauch.-prakt. konf.]. – Voronezh, 2015. (In Russian)]
29. *Подгорская С.В.* Концептуальная модель инвестиционного обеспечения развития социальной инфраструктуры села (на материалах Ростовской области): дис. канд. экон. наук. – Южный федеральный университет. Персиановский. – 2008. – 202 с. [*Podgorskaja, S.V.* Konceptual'naja model' investicionnogo obespechenija razvitiya social'noj infrastruktury sela (na materialah Rostovskoj oblasti) (PhD Thesis), Rostov-na-Donu. – 2008. – 202 s. (In Russian)]
30. *Марамохина Е.В.* Основные проблемы социальной инфраструктуры сельской местности (на примере Нижегородской области) // Аэкономика: экономика и сельское хозяйство. – 2016. – № 2 (10). [*Maramokhina, E.V.* Osnovnye problemy sotsial'noi infrastruktury sel'skoi mestnosti (na primere

Nizhegorodskoi oblasti) // Aehkonomika: ehkonomika i sel'skoe khozyaistvo. – 2016. – No. 2 (10). (In Russian)]

Статья представлена к публикации членом редколлегии О.П. Кузнецовым.

Поступила в редакцию 3.03.2019, после доработки 21.05.2019.

Принята к публикации 26.06.2019.

Подгорская Светлана Валерьевна – канд. экон. наук, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики и нормативов (ВНИИЭиН) – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, г. Ростов-на-Дону, ✉ svetlana.podgorskaya@gmail.com,

Подвесовский Александр Георгиевич – канд. техн. наук, Брянский государственный технический университет, ✉ apodv@tu-bryansk.ru,

Исаев Руслан Александрович – аспирант, Брянский государственный технический университет, ✉ Ruslan-Isaev-32@yandex.ru,

Тарасов Алексей Сергеевич – д-р экон. наук, ВНИИЭиН – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, г. Ростов-на-Дону, ✉ al.tar@mail.ru,

Бахматова Галина Александровна – ВНИИЭиН – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, г. Ростов-на-Дону, ✉ bg-fond@mail.ru.

MODELING OF SCENARIO DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES BASED ON FUZZY COGNITIVE MODEL

S.V. Podgorskaya^{1,#}, A.G. Podvesovskii², R.A. Isaev², A.S. Tarasov¹, G.A. Bakhmatova¹

¹The Federal Agrarian Scientific Centre of Rostov,

²Bryansk State Technical University

✉ svetlana.podgorskaya@gmail.com

Abstract. Application of cognitive modeling to such complex semistructured social and economic systems as rural territories is considered. The fuzzy cognitive model of complex development of rural territories is developed, a set of significant parameters (concepts) of model is determined in backbone spheres of activity, such as social, demographic, economic, institutional and ecological. The technology of modeling is complemented with authors' techniques of parametrical identification of fuzzy cognitive maps and its scenario analysis on the basis of fuzzy model of pulse process. On the basis of the structural and target analysis of system indicators of the fuzzy cognitive map its defined that the greatest impact on target concepts and a system in general is made by factors of the institutional environment, such as development of market infrastructure and rural self-government, which defines them as the most effective applications of the operating influences. The results of scenario modeling of model of complex development of rural territories allowing planning and quick estimation of development of a territorial recreational system in the conditions of the fast-changing external environment are presented. Results of the research can be used by state authorities of agro-industrial complex on all levels for forming effective strategy and developing programs of social and economic development of rural territories.

Keywords: complex development of rural territories, cognitive modeling, fuzzy cognitive model, semistructured systems, structural and target analysis, scenario analysis.